

AL

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-053881

(43)Date of publication of application : 24.02.1998

(51)Int.Cl.

C23C 30/00

C25D 3/04

(21)Application number : 08-225890

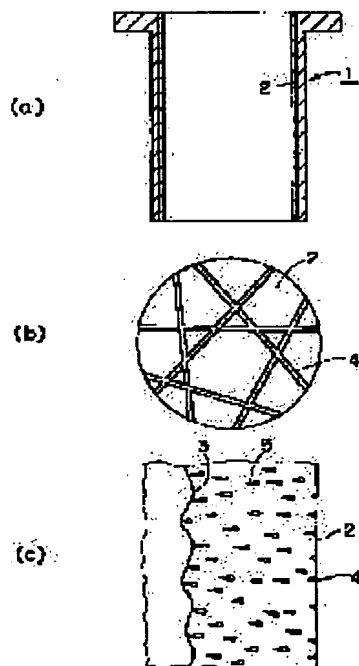
(71)Applicant : TEIKOKU PISTON RING CO  
LTD

(22)Date of filing :

08.08.1996

(72)Inventor : HARAYAMA AKIRA  
IMAI TOSHIKI

### (54) SLIDING MEMBER AND ITS PRODUCTION



#### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To produce a sliding member having a hard Cr plating layer capable of sufficiently maintaining seizing resistance and wear resistance even if the wear of the sliding face progresses.

SOLUTION: The surface of the base metal in the inner circumferential face of a cylinder liner 1 is formed into a rugged face 3 having surface roughness of 5 to 30µm amplitude and 20 to 100µm pitch, and a hard Cr plating layer 2 is formed on the rugged face 3. The hard Cr plating layer 2 has a reticulately stretching fine recessed part 4 on the surface and furthermore having fine voids 5 reticulately stretching along

the rugged face 3 of the base metal surface and distributed independently in the thickness direction on the inside.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-53881

(43)公開日 平成10年(1998) 2月24日

(51)Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 2 3 C 30/00

C 2 3 C 30/00

A

C 2 5 D 3/04

C 2 5 D 3/04

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平8-225890

(22)出願日 平成8年(1996) 8月8日

(71)出願人 000215785

帝国ピストンリング株式会社

東京都中央区八重洲1丁目9番9号

(72)発明者 原山 章

東京都中央区八重洲一丁目9番9号 帝国

ピストンリング株式会社内

(72)発明者 今井 俊晶

東京都中央区八重洲一丁目9番9号 帝国

ピストンリング株式会社内

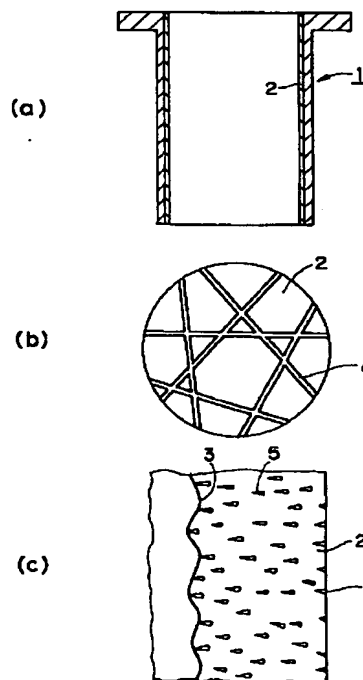
(74)代理人 弁理士 岡部 健一

(54)【発明の名称】 摺動部材およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 摺動面の摩耗が進行しても耐焼き付き性、耐摩耗性を良好に維持できる硬質Crめっき層を有している摺動部材を提供する。

【解決手段】 シリンダライナ1の内周面の母材表面を振幅5〜30μm、ピッチ20〜100μmの表面粗さを有している凹凸面3に形成し、この凹凸面3上に硬質Crめっき層2を形成する。硬質Crめっき層2は、その表面に網目状に延びている微細な凹部4を有しているとともに、内部には母材表面の凹凸面3に沿って網目状に延びており厚さ方向に独立して分布している微細な空洞5を有している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 摺動面に硬質Crめっき層を有し、この硬質Crめっき層の表面に微細な凹部が形成されている摺動部材において、厚さ方向に独立している微細な空洞が前記硬質Crめっき層の内部に分布して形成されていることを特徴とする摺動部材。

【請求項2】 前記硬質Crめっき層の断面における空洞面積比率が、5～30%であることを特徴とする請求項1記載の摺動部材。

【請求項3】 前記硬質Crめっき層との母材の境界面が、振幅5～30 $\mu$ m、ピッチ20～100 $\mu$ mの表面粗さを有していることを特徴とする請求項1または2記載の摺動部材。

【請求項4】 母材の表面粗さを振幅5～30 $\mu$ m、ピッチ20～100 $\mu$ mとし、その母材の表面上に、フッ素イオンを含むCrめっき浴を用いて、硬質Crめっき工程とエッチング工程とを繰り返し行う工程を有していることを特徴とする摺動部材の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、硬質Crめっき層を摺動面に有している摺動部材に関し、例えば内燃機関のシリンダライナやピストンリングに適用して有効である。

## 【0002】

【従来の技術】内燃機関用のピストンリングの外周面、側面、あるいはシリンダライナの内周面に硬質Crめっきを施すことがある。しかし、硬質Crめっきは、高硬度、耐摩耗性、低摩擦係数を有するが、保油性が乏しい欠点がある。

【0003】そこで、潤滑油溜まりとして機能する微細な凹部を表面に形成したポーラスCrめっきが、耐焼き付き性を改善するために行われており、特にシリンダライナの内周面に利用されている。

【0004】この微細な凹部の形成方法には、

- ・Crめっき後、逆電処理でエッチングする方法
- ・母材に表面粗さを付加し、それをめっき表面に残存させる方法

等がある。

【0005】硬質Crめっき後、逆電処理によるエッチングによって形成された微細な凹部は網目状に延びており、後工程の研磨加工での加工代の大小により、チャンネルタイプ：凹部が網目状に延びているもの（加工代が小の場合）

ピットタイプ：凹部が独立して分散しているもの（加工代が大の場合）

インターメディアイトタイプ：上記2つの中間的なもの（加工代が中の場合）

の3つに分けられる。そして摺動部材に要求される耐摩

耗性、耐焼き付き性等の摺動特性に応じて、使い分けられている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来のポーラスCrめっきは表面にのみ凹部が存在し、摺動特性改善に効果的な凹部はめっき層内部に存在しない。従って、摺動面が摩耗すると凹部が無くなり、耐焼き付き性が劣化する不都合がある。

【0007】本発明の課題は、摺動面の摩耗が進行しても耐焼き付き性、耐摩耗性を良好に維持できる硬質Crめっき層を有している摺動部材を提供することである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、摺動面に硬質Crめっき層を有し、この硬質Crめっき層の表面に微細な凹部が形成されている摺動部材において、厚さ方向に独立している微細な空洞が前記硬質Crめっき層の内部に分布して形成されていることを特徴とする。

【0009】前記硬質Crめっき層の断面における空洞面積比率（空洞面積比率は断面の面積に対するその断面における空洞の総面積の比率をいう。）は、耐焼き付き性および耐摩耗性の点から5～30%であるのが望ましく、上記範囲において、必要とされる摺動特性に応じて選択するとよい。空洞面積比率が大きいと耐摩耗性、耐焼き付き性が低下し、小さいと耐焼き付き性が低下する。シリンダライナの場合、より好ましい空洞面積比率の範囲は10～20%である。

【0010】前記硬質Crめっき層との母材の境界面は、振幅5～30 $\mu$ m、ピッチ20～100 $\mu$ mの表面粗さを有しているのが望ましい。この表面粗さは旋削加工等で実現できる。表面粗さのピッチが小さすぎると、1つのうねりの中に空洞が複数存在しなくなり、空洞が厚さ方向に平均化して分布しなくなる。同様に、表面粗さの振幅が小さすぎても、平均化の効果が生じない。また、めっき面はめっきの平滑化作用により母材面よりも滑らかになる傾向がある。この作用により、母材面の振幅の大きさが5 $\mu$ m未満あるいはピッチの大きさが20 $\mu$ m未満であると、最終めっき面が平滑化し、図3（a）に近似したものとなるので好ましくない。同様に、母材面の振幅の大きさが30 $\mu$ mを越えると、最終めっき面の研磨加工代が増大する不利があり、ピッチの大きさが100 $\mu$ mを越えると、摺動面に局部的に図3（a）に近似する部分が生じるので好ましくない。以上から上記範囲が望ましい。

【0011】上記の摺動部材は、フッ素イオンを含むCrめっき浴を用いて、硬質Crめっき工程とエッチング工程とを繰り返し行い、めっきを積層することによって製造できる。フッ素イオンを含むCrめっき浴によって、硬質Crめっきの上に更に硬質Crめっきを施すと、めっき層間に優れた密着性を得ることができる。

【0012】本発明の摺動部材は上記のように形成され

ているので、摺動面に形成されている微細な凹部が潤滑油溜まりとして機能するため、使用初期において耐焼き付き性が高い。摺動表面が摩耗すると、硬質Crめっき層の内部に分布する空洞が新たに摺動表面に露出して凹部となるため、常に適量の潤滑油を摺動面に保持できる。従って、摩耗が進行しても耐焼き付き性、耐摩耗性を良好に維持できる。また、硬質Crめっき層の内部に分布する空洞は厚さ方向に独立しているため、硬質Crめっき層の破壊脱落が抑制される。

【0013】なお、摺動面に対して垂直な方向から見た空洞の開口幅は、平均値で $2\sim 8\mu\text{m}$ とするのが、強度上の面から望ましい。これは、従来のポーラスCrめっきの凹部の開口幅の平均値と比較すると、約 $1/2$ である。

【0014】図3は、母材の表面を所定の表面粗さを有している凹凸面とするのが良い理由を説明するための模式図である。

【0015】図3(a)は母材の表面が平坦面に形成されている場合で、硬質Crめっき工程とエッチング工程を3回繰り返して行った場合を示している。

【0016】最初の硬質Crめっき工程とエッチング工程で形成された硬質Crめっき層はその表面に網目状に延びている微細な凹部を有する。この凹部は断面が略V字状をなしており、2回目の硬質Crめっき工程とエッチング工程によって積層される硬質Crめっき層で覆われ、空洞5となる。同様に、3回目の硬質Crめっき工程とエッチング工程によって、二層目の硬質Crめっき層の表面の凹部も覆われて、空洞5となる。このようにして、硬質Crめっき層2は、その表面に網目状に延びている微細な凹部4を有し、内部には網目状に延びている微細な空洞5が厚さ方向に独立分布して形成される。すなわち、二層目の硬質Crめっき層に形成された空洞5と三層目の硬質Crめっき層に形成された空洞5は厚さ方向に独立しており、それぞれ母材表面と平行な平面内に網目状に延びて形成されている。

【0017】従って、表面が摩耗していくと、図に示すa-a線、b-b線、c-c線の位置にいくに従って、表面に露出する凹部の開口幅が次第に小さくなり、耐焼き付き性を一定に維持できない。

【0018】これに対して、図3(b)は、母材の表面を微細な凹凸形状を有している凹凸面とし、硬質Crめっき工程とエッチング工程を3回繰り返して行った場合を示している。硬質Crめっき層2は、その表面に網目状に延びている微細な凹部4を有し、内部には母材表面の凹凸面に沿って網目状に延びており厚さ方向に独立して分布している微細な空洞5を有している。

【0019】母材表面が微細な凹凸面に形成されている場合は、網目状に延びている空洞5が母材表面の凹凸面に沿って形成されるため、平面内に形成されず、厚さ方向に波状に形成される。すなわち、二層目の硬質Crめ

っき層に形成された空洞5と三層目の硬質Crめっき層に形成された空洞5は厚さ方向に独立しており、それぞれ母材表面の凹凸面に沿って網目状に延びて、厚さ方向に波状に形成されている。

【0020】そのため、表面が図に示すa-a線、b-b線、c-c線の位置へ順次摩耗した場合においても、表面に露出する凹部の開口幅と密度は厚さ方向の各位置において平均化し、表面に露出する凹部はチャンネルタイプ、ピットタイプ、インターメディエイトタイプが混在したものになる。以上より、使用中の耐焼き付き性を一定に維持することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一実施形態を示しており、シリンダライナ1の内周面に硬質Crめっき層2が形成されている。シリンダライナ1の内周面の母材表面は微細な凹凸形状を有している凹凸面3に形成されており、この凹凸面3上に、前記硬質Crめっき層2が形成されている。硬質Crめっき層2は、その表面に網目状に延びている微細な凹部4を有しているとともに、内部には母材表面の凹凸面3に沿って網目状に延びており厚さ方向に独立して分布している微細な空洞5を有している。

【0022】前記凹凸面3は振幅 $5\sim 30\mu\text{m}$ 、ピッチ $20\sim 100\mu\text{m}$ の表面粗さを有している面であり、前記硬質Crめっき層2の断面における空洞面積比率は $10\sim 20\%$ である。

【0023】次に、上記シリンダライナ1の内周面における硬質Crめっき層2の形成方法について説明する。

【0024】(1)凹凸面の形成

シリンダライナ1の内周面の母材表面は、旋削加工によって、所定の表面粗さを有する凹凸面に形成される。

【0025】(2)めっき処理

所定の表面粗さを有する凹凸面とされた内周面の母材表面上に、硬質Crめっき→(硬質Crめっき工程-エッチング工程)の繰り返し→研磨加工を行った。

【0026】硬質Crめっきのめっき浴組成、および硬質Crめっき工程とエッチング工程の各条件を下記に示す。なお、最初の硬質Crめっきは、ストライクめっき条件で、通常 $3\sim 10$ 分であり、他の条件は下記に示す条件と同じである。

【0027】①めっき浴組成

$\text{CrO}_3$	$250\text{g/l}$
$\text{H}_2\text{SO}_4$	$1\text{g/l}$
$\text{H}_2\text{SiF}_6$	$5\text{g/l}$

②硬質Crめっき工程

電流密度	$60\text{A/dm}^2$
めっき浴温	$50^\circ\text{C}$
めっき時間	$10$ 分

③エッチング工程

電流密度	$50\text{A/dm}^2$
------	-------------------

めっき浴温 50℃  
時間 60秒

【0028】上記の条件で、硬質Crめっき工程→エッチング工程の1サイクルを行うと、図2(a)に示されているように、硬質Crめっき層2Aが内周面の母材表面上に形成され、硬質Crめっき層2Aの表面には網目状に延びている微細な凹部4が形成される。この場合、凹部4は内周面の母材表面の凹凸面3に沿って形成されるため、平面内に形成されず、厚さ方向に波状に形成される。

【0029】更に、硬質Crめっき工程→エッチング工程が繰り返して行われると、最初の1サイクルの工程で形成された硬質Crめっき層2Aの上に更に硬質Crめっき層2Bが積層されるため、最初の硬質Crめっき層2Aに形成された凹部4は二層目の硬質Crめっき層2Bによって覆われて、空洞5となる。この際凹部4には硬質Crめっきが部分的に析出するので、空洞5は凹部4よりも小さくなって最初の硬質Crめっき層2Aに残留する。二層目の硬質Crめっき層2Bには、最初の硬質Crめっき層2Aと同様の微細な凹部4が表面に形成されている。

【0030】以下、硬質Crめっき工程→エッチング工程が所定回数、繰り返して行われると、内周面の母材表面上に所定厚さで硬質Crめっき層2が形成される。

【0031】上記の条件で、硬質Crめっき工程→エッチング工程の1サイクルを行うと、0.01mm程度のめっき厚さを得ることができるので、例えば0.15mmのめっき厚さを得るには、15サイクル繰り返して行えばよい。

【0032】(1)耐焼き付き性試験(本発明と従来例との比較)

以下、本発明の摺動部材の耐焼き付き性が、従来の摺動部材に比べて、摺動面の摩耗によって劣化しないことを示す耐焼き付き性試験について説明する。

【0033】(1)試験片

通常のポーラスCrめっきを施した比較例1, 2, 3の試験片と、本発明の硬質Crめっき層を有している実施例1, 2, 3, 4の試験片を用意した。試験片の母材は、シリンダライナ用鋳鉄(JIS FC300相当)

回転速度	8m/s一定
荷重	20kgfより開始 10kgf/minの割合で段階的に増加
潤滑油	軽油
油温	80℃
相手試験片	ピストンリング用鋳鉄材

【0041】(4)試験結果

耐焼き付き性試験で得られた各試験片の焼き付き荷重を図5に示す。図5に示されているように、比較例は20μm以上の表面研磨により凹部が消滅して、耐焼き付き荷重が大幅に低下する。これに対して、実施例は60μ

である。

【0034】(2)めっき処理

(比較例): 比較例1, 2, 3は硬質Crめっき工程→エッチング工程→研磨加工工程によって作成した。硬質Crめっきのめっき浴組成、および硬質Crめっき工程とエッチング工程の各条件を下記に示す。

【0035】①めっき浴組成

前記本発明の一実施形態で示したCrめっき浴組成と同じ。

②硬質Crめっき工程

前記本発明の一実施形態で示した硬質Crめっき工程の条件と同じ。ただし、めっき時間が3時間。

③エッチング工程

前記本発明の一実施形態で示したエッチング工程の条件と同じ。

【0036】(実施例): 前記本発明の一実施形態で説明した硬質Crめっき層2の形成方法と同じ。空洞面積比率は15%、母材の表面粗さは振幅8μm、ピッチ30μmである。

【0037】(3)試験方法

上記試験片の硬質Crめっき層を表面から種々の研磨代で研削して、耐焼き付き性試験に供した。

【0038】図4に耐焼き付き性試験に使用した公知の高面圧焼き付き試験機の概要を示す。上記で説明した試験片10は、ステータ11により保持され、油圧装置により所定荷重Pでロータ12側に押し付けられる。一方、相手部材たる相手試験片13は、ロータ12により保持され、ロータ12の回転により回転させられる。

【0039】このような装置において、ステータ11に形成されている注油孔14から摺動面に所定量の給油をしながら、相手試験片13を回転させる。一定時間毎に試験片10に作用させる荷重を段階的に増加させ、試験片10と相手試験片13との摺動により発生するトルクをトルクメータで測定し、記録計に記録させる。焼き付き現象が発生するとトルクが急激に上昇する。したがって、トルクが急激に上昇するときの試験片10に作用する荷重を焼き付き荷重とし、この焼き付き荷重の大小で焼き付き特性の良否を判定する。

【0040】試験条件は次の通りである。

mの表面研磨を行っても、耐焼き付き性が低下しない。

【0042】(2)耐焼き付き性試験(空洞の面積比率)

次に、硬質Crめっき層の内部に分布する空洞の面積比率が耐焼き付き性に及ぼす影響について試験を行った。

この試験に供した試験片は、上記(1)耐焼き付き性試験(本発明と従来例との比較)で説明した実施例の試験片と同じである。ただし、めっき処理の条件におけるエッチング条件を種々変えることによって、空洞の面積比率が異なる種々の試験片を作成した。結果を図6に示す。

【0043】図6に示されているように、硬質Crめっき層の断面における空洞面積比率は5～30%の範囲で耐焼き付き性が良好であることがわかる。より好ましい範囲は10～27%である。

【0044】(3)耐焼き付き性試験(母材の表面粗さ)

次に、母材の表面粗さが耐焼き付き性に及ぼす影響について試験を行った。この試験に供した試験片は、上記(1)耐焼き付き性試験(本発明と従来例との比較)で説明した実施例の試験片と同じである。ただし、母材表面の表面粗さを種々変えることによって、母材の表面粗さが異なる種々の試験片を作成した。結果を図7に示す。

【0045】図7に示されているように、硬質Crめっき前の母材表面の表面粗さを振幅H(谷底から山頂までの高さ)が5 $\mu$ m以上、ピッチP(山頂と山頂との距離)が20 $\mu$ m以上に調整したものは、耐焼き付き性が良好であることがわかる。

【0046】なお、本発明において、硬質Crめっき層に空洞を安定して生成させるために、粒径0.5～10 $\mu$ mの非導電性粉末を10～50g/l、めっき液に混合すると、エッチングによって生じた凹部に粉末が沈着し、めっき工程で凹部にCrめっきが析出してしまうことを防止することができる。非導電性粉末としては、例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiC、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>等を使用することができる。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の摺動部材は、使用中に摩耗しても耐焼き付き性、耐摩耗性を良好に維持できるので、摺動部材の長寿命化を図ることがで

き、また、この摺動部材と組み合わせる相手材を選択する自由度が拡大する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示しており、(a)はシリンダライナを示す縦断面図、(b)は硬質Crめっき層の一部を内周面と垂直な方向から見た拡大図、(c)は内周面の一部の拡大断面図である。

【図2】上記シリンダライナに形成する硬質Crめっき層の製造工程を説明する模式図であり、(a)は硬質Crめっき工程→エッチング工程の1サイクル後を示し、(b)は同工程の2サイクル後を示す。

【図3】母材の表面を所定の表面粗さを有している凹凸面とするのが良い理由を説明するための模式図であり、(a)は母材の表面が平坦面に形成されている場合、(b)は母材の表面が微細な凹凸形状を有している凹凸面に形成されている場合を示す。

【図4】高面圧焼き付き試験機の説明図である。

【図5】本発明と従来例の耐焼き付き性の試験結果を示すグラフである。

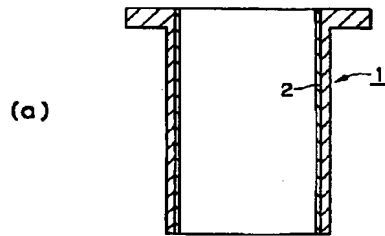
【図6】空洞の面積比率を変えた場合の耐焼き付き性の試験結果を示すグラフである。

【図7】(a)は母材の表面粗さを変えた場合の耐焼き付き性の試験結果を示すグラフであり、(b)は表面粗さの振幅を示す説明図、(c)は表面粗さのピッチを示す説明図である。

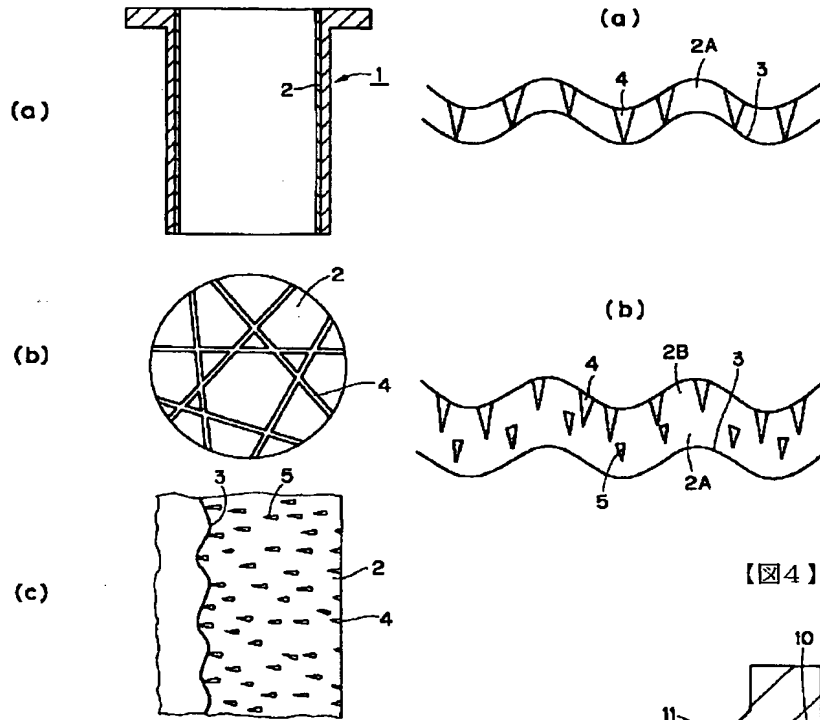
【符号の説明】

- 1 シリンダライナ
- 2 硬質Crめっき層
- 3 凹凸面
- 4 凹部
- 5 空洞
- 10 試験片
- 11 ステータ
- 12 ロータ
- 13 相手試験片
- 14 注油孔

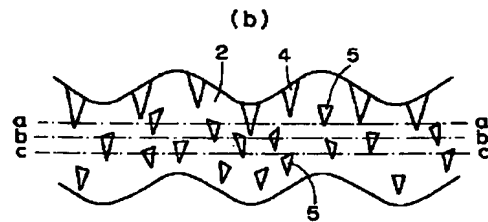
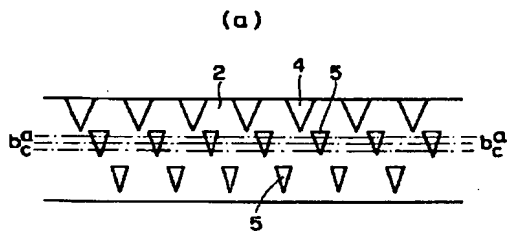
【図1】



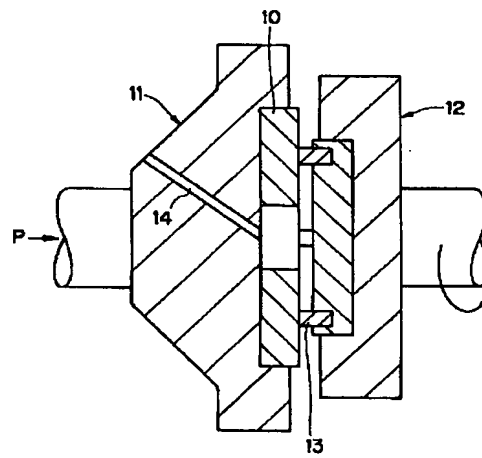
【図2】



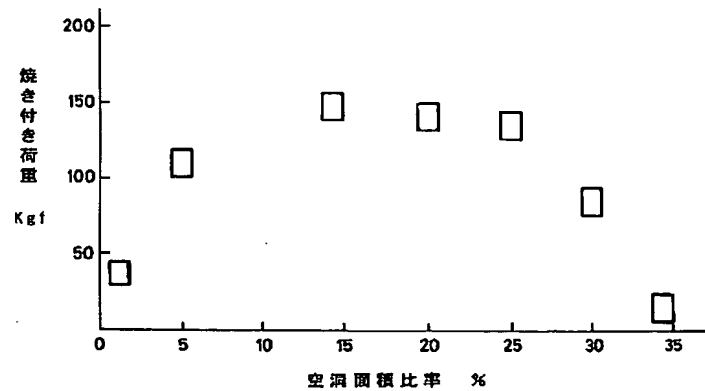
【図3】



【図4】



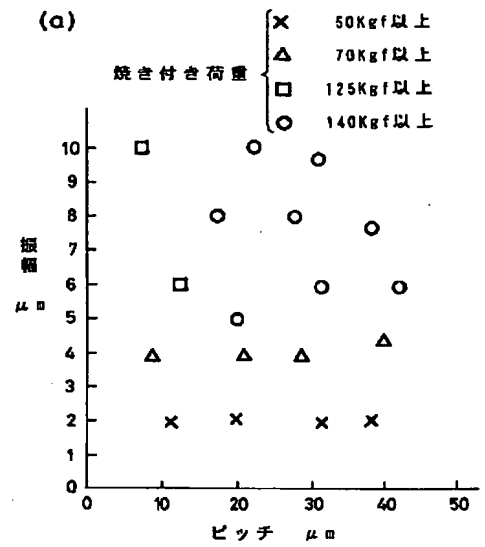
【図6】



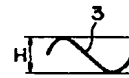
【図5】

焼き付き荷重 kgf	150						
	100						
	50						
	0						
研削代 $\mu\text{m}$	0	20	40	0	20	40	60
凹部の有無	有	少し有	無	有	有	有	有
番号	1	2	3	1	2	3	4
	比較例			実施例			

【図7】



(b)



(c)

